

理科教育と人間教育

— 自然の事物・現象についての視点を変えることを通して —

Science and Education for Human Growth

— Through a change in perspective for natural things and phenomena —

和泉市立国府小学校

太田 雄久

OHTA Katsuhisa

Izumi City Kokufu Elementary school

キーワード：視点を変える，科学的な見方や考え方，小学校理科

Abstract : Pupils' perspectives of natural things and phenomena are fixed by their experiences, but they are only each one aspect. Their scientific viewpoints should be changed because they relate pupils' fixed perspectives. This paper aims to examine an intentionally new way of classes and the practices based on the hypothesis to change pupils' scientific viewpoints. Through the practices, this paper reported that changes in pupils' perspectives can nurture their scientific viewpoints.

Keyword : a change in perspective, scientific viewpoints, science in elementary schools

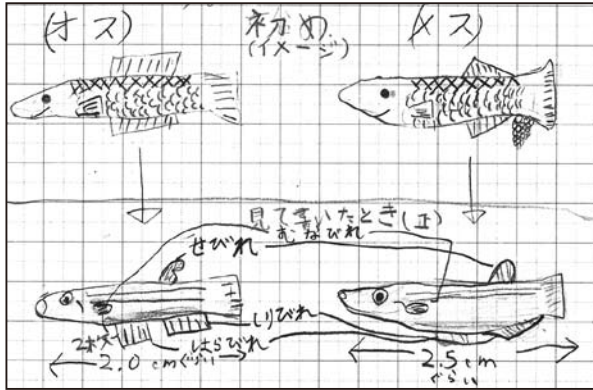
1. 本研究の主旨

右図のような「だまし絵」をご覧になったことのある方も多いであろう。ちなみに，右図の絵はどのように見えるであろうか。「夕日を背に戯れる2頭の馬」に見える方もおられるであろうし，「髪の毛をおろした女性の顔」に見える方もおられるであろう。では，なぜこのような見え方の違いができるのか。それは，みなさんの視点である。もう少し詳しく言えば，みなさんがどこを強調して見るかによって，見え方が変わるのである。前者のような見え方は「絵の上の部分に視点を置いて見たとき」に，後者のような見え方は「全体を大きくとらえるように見たとき」にできるようになる。しかし，これは「だまし絵」に限ったことではな



い。子どもの自然の事物・現象についての見方についても言える。

次の図は、平成 26 年度に担任していた学級の子どものノートである。



上と下のメダカを比べると、メダカの見方が劇的に変化していることがはっきりとわかる。特に変化しているのは、メダカを見る視点である。子どもが「イメージ」と表現しているとおおり、上のメダカは、子どもが何となく知っているメダカである。子どもの視点は「全体を何となく」であるとわかる。しかし、下は「見て書いたとき」と表現しているとおおり、実際にメダカを観察しながらかいたものである。子どもの視点は、「口の向き」「ひれの位置や形」「目の位置」「体長」「うろこの見え方」など多岐にわたっている。メダカを見る視点が増えることで、子どものメダカの見方が質的に高まっていることは明らかである。

しかし、このメダカのスケッチはまだ不十分な点がある。メダカの頭が左側になるように横向きから見ているため、胸びれと腹びれが反対側にもついているのかがはっきりとわからない。つまり、子どもの視点は見えていない反対側へはずれていないのである。もし、この視点をずらすことができていれば、「胸びれと腹びれは対になっており、メダカのひれは全部で7枚ある」ということを理解した、より質の高いメダカの見方に変容することができたはずである。

本研究では、子どもの自然の事物・現象を見る視点に着目し、その視点を変えることで、子どもの科学的な見方や考え方を育むことができるという道筋のもとで実践を行った。そして、その実践を通して、子どもの視点を変容させることが子どもの科学的な見方や考え方を育むことにどのような効果をもたらすのかということをも明らかにすることとした。

2. 視点を変えることについて

上野(2008)は、「实在の認識とは単に対象や環境のみならず、つねに視点の認識を伴ったものだということになる」「实在の認識とは、あらゆる変化のプロセスの中に不変的な構造を見出すように方向づけられた活動にほかならない⁽¹⁾」と述べている。

この言葉を小学校理科に置き換えると、「自然の事物・現象の性質や働き、秩序、規則性などを学習する際には、子どもの視点を変えることが必要である」ということになると考える。指導者レベルで言えば、「指導者は授業を構想したり実践したりする際には、学習前の子どもの自然の事物・現象についての視点を分析した上で、それを授業によって変える必要がある。この視点の変容が『科学的な見方や考え方を養う』ことになる。」ということになるであろう。これは、森(1988)が述べる、子どもの「自然観⁽²⁾」を変容させることにも当てはまる。つまり、小学校理科の目標を達成するためには、子どもの視点を変えることは必要不可欠なことであると言える。

では、子どもの視点をどのように変えればいいのか。指導者が行うことは、子どもの視点が主体的な問題解決によって自然に変わるようなきっかけを作ることだと考える。このきっかけとは、子どもがこれまで持ち得ていない視点から自然の事物・現象を見る機会を意図的に作ることである。こうすることで、子どもに「なぜだろう。」「どうしてだろう。」という問題意識や「知りたい。」「調べてみたい。」という興味・関心を持たせることができる。問題意識や興味・関心を子どもが持てば、指導者は適切な支援によって問題解決の過程を「科学的⁽³⁾」な手続きにすればよい。そうすると、確かな観察記録や実験データが根拠となり、授業後の子どもの自然の事物・現象についての見方や考え方は「科学的」なものに変容すると考える。

3. 実践事例

次の2つの実践事例は、子どもの自然の事物・現象を見る視点を増やしたりずらしたりすることで、科学的な見方や考え方を育むことを目的として実践したものである。

(1) 6年生「水溶液の性質」

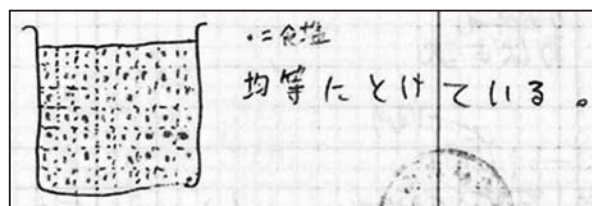
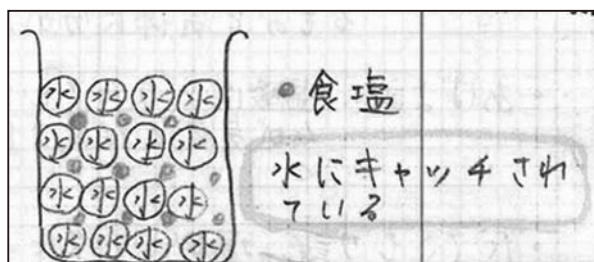
(平成 23 年 9 月 大阪教育大学附属天王寺小学校にて)

本単元は、小学校学習指導要領の第 6 学年の目標 (1), 内容 A (2) であり, 第 5 学年の内容 A (1)「物の溶け方」の学習をふまえ, 「粒子」についての基本的な見方や概念を柱とした内容のうち, 「粒子の結合」, 「粒子の保存性」にかかわるものである。

具体的には, いろいろな水溶液の性質や金属を変化させる様子について興味・関心をもって追究する活動を通して, 水溶液の性質について推論する能力を育てるとともに, それらについての理解を図り, 水溶液の性質や働きについての見方や考え方をもちつてできるようにすることをねらいとしている。

本単元でも 5 年生と同じように「溶ける」現象を取り扱うが, 同じ「溶ける」でも現象は全く異なる。5 年生の「物の溶け方」は「溶解」であり, 6 年生は「化学反応」である。「粒子」という科学の基本的な見方や概念のうち, 5 年生は「粒子の保存性」のみ該当するが, 6 年生では「粒子の結合」が加わる。これまでの学習経験から考えると, 子どもは「粒子の結合」という見方や考え方は持っていないと考えられる。また, 身の回りに存在しているトイレや台所用の洗剤が酸, アルカリという水溶液の性質を利用していることを知っていたり, それらが汚れを落とす仕組みを理解したりしている子どもはほとんどいないと考えられる。

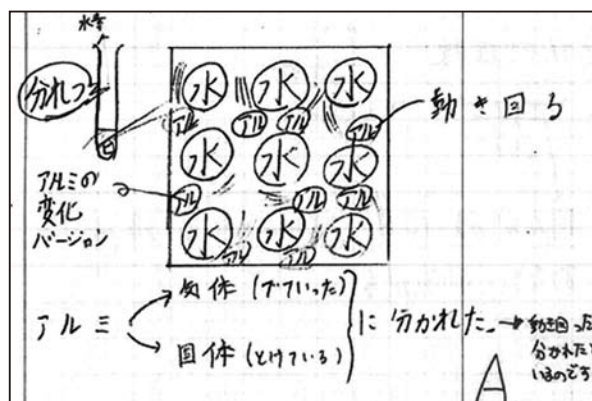
これらのことから, 子どもが持っている「粒子の保存性」という見方や考え方(下図参照。2つの図とも, 物の溶け方を学習時の子どもの「溶ける」ことについての見方や考え方を表している。)に「粒子の結合」という見方や考え方を加えることが, 本単元の学習を通して水溶液の見方や考え方を変容させることになると考えた。



上図のような子どもの見方や考え方を持っている子どもに, 薄い塩酸や薄い水酸化ナトリウム水溶液に金属が溶ける現象をただ単に見せるだけでは, 興味は持つだろうが問題意識は生まれない。溶けた金属が「水にキャッチされた」「(水溶液の中に)均等に溶けている」という見方や考え方からは脱却できない。子どもの視点を, 金属が「溶ける」という現象から, 溶けているときに起こっている「化学反応」にずらしてやる必要がある。その反応について子どもがうまく説明できなかったり, どのような反応が起こっているかをうまくとらえることができなかったときに, 子どもは化学反応についての問題意識を持つと考えた。

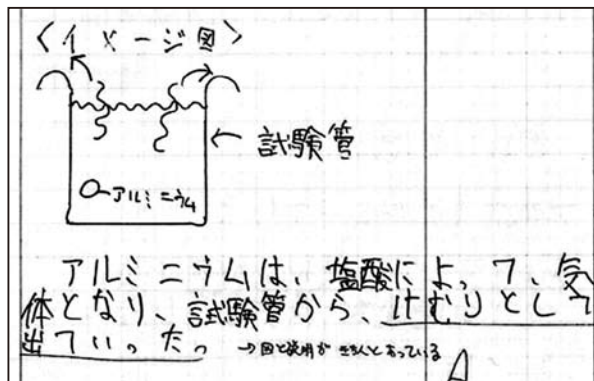
そこで, 単元導入時に薄い塩酸にアルミニウム箔が溶ける現象を観察させ, アルミニウム箔が溶けるときにどのような現象が起こっているかを知覚させた。これによって, 食塩が水に溶けるときとの共通点(たくさん溶かすといずれ溶けなくなる, 溶けたものは目に見えなくなるなど)と相違点(泡が出る, 熱が出るなど)を子どもは理解することができた。しかし, この時点では, 子どもは目の前の現象をとらえているだけである。

そこで, 子どもの視点を化学反応にずらすため, 5 年生の「物の溶け方」の単元と同じように, 「溶けたアルミニウムはどこへ行ったでしょう。」という発問を投げかけた。この発問によって, 子どもの視点は反応中に起こっている「化学変化」に向けられた。下の図がその一例である。



しかし, 次の図のように, 現象だけを根拠にしてアルミニウムの行方を予想している子どももいた。この

ことから、指導者が意図していた発問によって、子ども全員の視点を「化学変化」にずらすことはできなかったと言える。



子どもたちの考えを学級全体で整理した結果、溶けたアルミニウムの行方は次の3つの考え方にまとめられた。

- ・あばよ説…全て泡（気体）として空気中に出て行った。
- ・分離説…半分はうすい塩酸の中であって、残りは泡（気体）として空気中に出て行った。
- ・たてこもり説…全てうすい塩酸の中にある。

次に、自分の仮説を確かめるための実験計画を立てさせた。計画は同じ仮説をもつ3～5名のグループで計画させた。どのグループも「蒸発」もしくは「重さ」のどちらかの実験を計画していた。実験の内容は同じであるが、実験結果の見通しは仮説ごとに異なっていた。

＜「蒸発」の実験＞

アルミニウムを溶かす前と溶かした後のうすい塩酸を蒸発させ、蒸発皿に何か残るかを調べる。

（結果の見通し）

- ・前も後も何も残らない…（あばよ説）
- ・前は何も残らず、後に何かが残る…（分離説）
- ・前は何も残らず、後にアルミニウムが残る…（たてこもり説）

＜「重さ」の実験＞

うすい塩酸と溶かすアルミニウムの合計の重さを量り、溶かした後の重さの変化を調べる。

（結果の見通し）

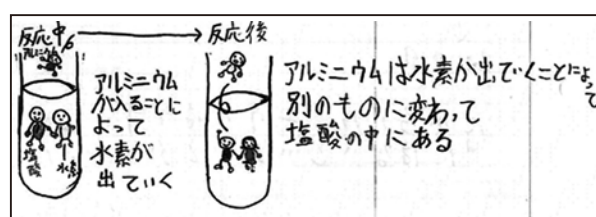
- ・反応後、アルミニウムの重さの分軽くなる…（あばよ説）
- ・反応後、アルミニウムの重さの一部だけ軽くなる…（分離説）
- ・反応後の重さは反応前と変わらない…（たてこもり説）

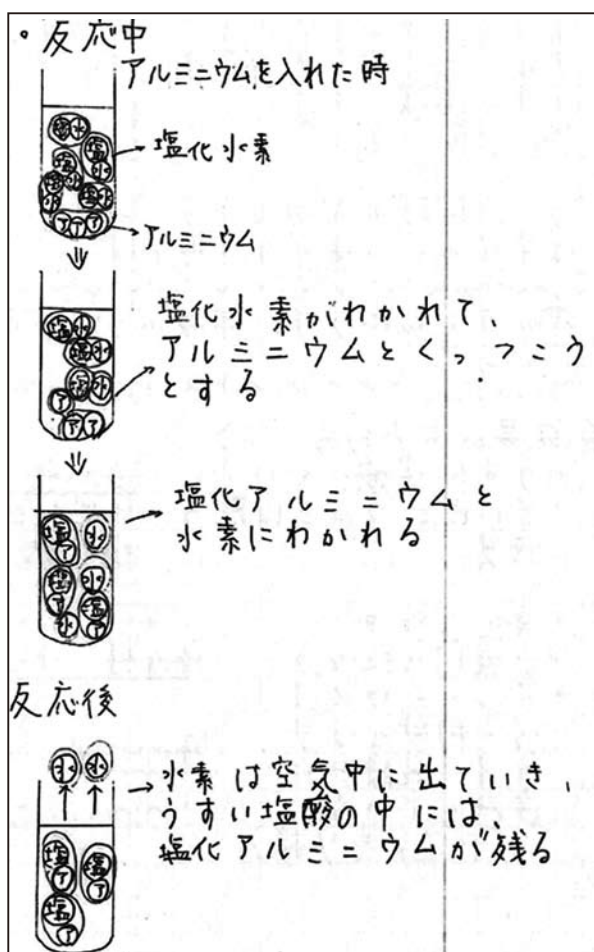
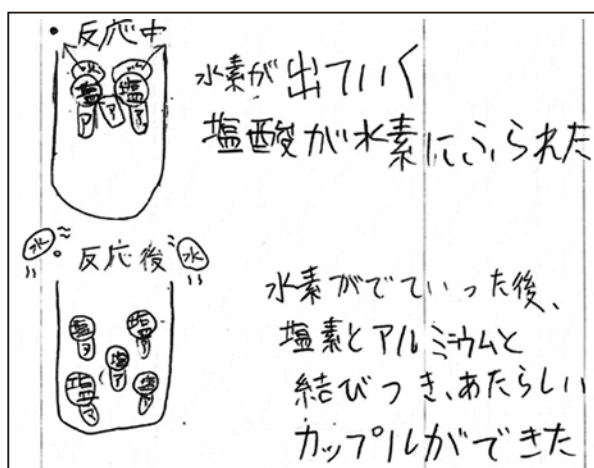
「蒸発」の実験を行った子どもは「蒸発後に白いものが残る」ことから（あばよ説）と（たてこもり説）ではなく（分離説）と考察した。一方、「重さ」の実験の結果は「アルミニウムの重さの分軽くなる」となったため、（あばよ説）と考察した。全体の考察では、「蒸発後に白いものが残る」ことから（あばよ説）ではないという結論には至った。しかし、「蒸発後に白いものが残る」という結果だけで（分離説）と（たてこもり説）のどちらかをはっきりさせるには根拠に欠けるという結論に至った。そして、（分離説）か（たてこもり説）のどちらが正しいかを調べるために、何を明らかにしたらいいかを考えることとなった。

ここで、子どもが注目したのはアルミニウムが溶けるときに発生していた気体である。「気体にアルミニウムが含まれていれば（分離説）、含まれていなければ（たてこもり説）である」という仮説のもと、気体の正体を調べる実験を考えることとなった。しかし、子どもが正体を調べられる気体は二酸化炭素だけであるため、子どもは行き詰まった。このとき、一人の子どもが「気体にアルミニウムはない。」と発言した。根拠は「常温ではアルミニウムは固体である」ということである。この発言によって、（たてこもり説）が正しいと結論付けることができた。

（たてこもり説）と結論付けた子どもたちではあったが、実験を通して確かめていないため、「発生した気体の正体」をはっきりさせたいという思いを強く持っていた。水素は小学校で取り扱う気体ではないため、指導者が発生した気体は水素であることを子どもに伝えた。子どもはうすい塩酸を蒸発させても何も出てこなかったことから、うすい塩酸には水素という気体が溶けていると考えた。気体が溶けていると考えたことを賞賛した上で、本当の正体は「塩化水素」であることを伝えた。子どもはこのことから「塩化水素」の「水素」が気体となったことに気付くことができた。

次の3つの図は、学習後の子どもの「化学反応」についての見方や考え方である。





どのかきぶりも子どもの視点が「化学反応」にずれていることが評価できるものである。小学校6年生の段階で、子どもの視点を「化学反応」にずらし、このような見方や考え方を育てることができれば、中学校理科で学習する「原子」「分子」「化学式」「化学反応式」の学習への橋渡しになると考える。

(2) 3年生「ゴムの働き」

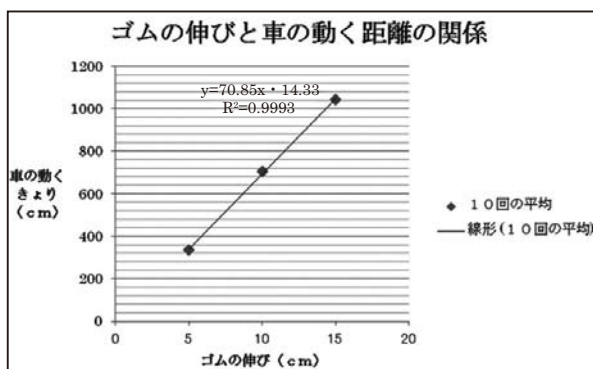
(平成24年6月 大阪教育大学附属天王寺小学校にて)

本単元は、小学校学習指導要領の第3学年の目標(1)、内容A(2)であり、「エネルギー」の基本的な見方や考え方のうち、「エネルギーの見方」にかかわるものであり、第5学年の内容A(2)の「振り子の運動」の学習につながるものである。

具体的には、ゴムの働きについて興味・関心を持って追究する活動を通して、ゴムを働かせたときの現象の違いを比較する能力を育てるとともに、それらについての理解を図り、ゴムの働きについての見方や考え方をもちることができるようにすることをねらいとしている。

本単元は、理科の学習を始めた3年生にとって、初めての「エネルギー」についての学習にあたる。つまり、本単元での学習で育まれた「エネルギー」についての見方や考え方が、今後の「エネルギー」についての見方や考え方を育む土台となる。

子どもにとって、ゴムは身近な物である。ものを束ねたり工作で使ったり引っ張って遊んだり等、これまでゴムを使ったことのない子どもはいないと考えられる。また、ゴムを使った経験から「伸ばすほど戻る力は強い」ことを、体感を通して知っていると考えられる。しかし、体感を通じた理解であるため、「ゴムの伸びによってゴムが持つエネルギーが定量的に変化する」こと(下図参照)は、はっきりと理解していないと考えた。



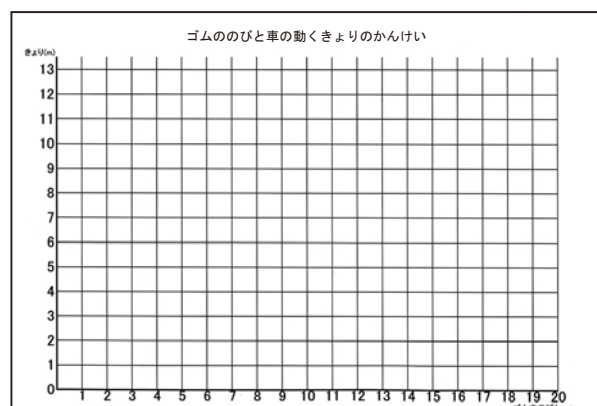
このような理由から、子どもは「エネルギーの定量的な変化」という視点は持っていないと考え、本単元の学習を通して、子どもがこの視点を持つことができるように授業を構想し実践した。

ゴムが持つ「エネルギーの定量的な変化」に子どもの目を向かせるためには、ゴムの伸びについての問題意識を持たせる必要がある。そこで、本実践では、単

元導入の課題として、「ぴったり止めましょうゲーム」を設定した。具体的には、ゴムを使って決められた距離に車を止めることができたなら得点が入るというゲームである。

3年生にとっては、「ゲーム」という活動自体が魅力あるものである。そのため、「ぴったり止めましょうゲーム」を行うことを伝えるだけで、子どもは「やりたい。」と興味を示した。まずルール確認のために、1回だけ試しのゲームを行うこととした。

試し終えた子どもに「ルールは確認できましたね。今から本番をしますよ。」と伝えると、「ゴムの伸ばし方で車がどこに止まるか調べたい。」「ゴムをいっぱい伸ばした時とそうでないときの違いを調べたい。」というゴムの伸びに関わる問題意識がたくさん出てきた。そこで、下図のようなグラフ用紙を使って、ゴムの伸びと車の進む距離の関係を、ドットシールを使ってまとめさせた。



次の2つの写真は、子どもがゴムの伸びと車の進む距離の関係を調べている様子である。



上の子どもの写真からわかるように、子どもの視線は全てゴムの伸びに向いている。この視線こそ、子どもが「ゴムの伸びと車の進む距離の関係」についての問題意識を持っていることを物語っている。この時の子どもの発言は、次のようなものであった。

- ・シールが坂みたいになってきた。
- ・風と一緒にできまりがありそう。
- ・5 cm, 10 cm, 15 cmとやって、後はおおよその見当をつけられればいい。
- ・何回もやると、シールのまとまりができてきた。

これらの発言から、子どもは「ゴムの伸びと車の進む関係」を理解し始めたと言える。言い換えれば、学習するときの視点が、ゴムが持つ「エネルギーの定量的な変化」に向けられ始めたということである。

授業の最後に、調べたデータを使って本番のゲームを行った。次の写真は、本番のゲーム時の子どもの姿である。



この写真のような子どもの姿が、他のグループでも多く見られた。体全体でぴったり止まった喜びを表現している姿から、子どもは実感を伴って「ゴムの伸びと車の進む関係」やゴムが持つ「エネルギーの定量的な変化」を理解したと判断することができる。このことは、次に示す子どものノートの記録からも明らかである。

- ・ 1 c m が 2 m 走るとすると、 2 c m は 4 m 走ることがわかりました
- ・ 5 c m のばして 3 m、 6 c m で 5 m だったので、間にしたら 5 点取れました。
- ・ 「ばいばい」のきまりがあることを知りました。
- ・ 車の動く距離を計算したら、ゴムののびが何となく倍になっていてすごいと思いました。
- ・ ゴムののび方によって、何 c m が何 m と決まっていたすごいなと思いました。
- ・ ゴムをのばす長さによって、車がどこまで行くのかわかるのはすごいと思いました。

これらの記録とともに、次のようなノート記録もあった。

- ・ その線にいても、もう 1 回たしかめないといけないことがわかりました。
- ・ 1 回だけではなくて、2 回、3 回くらいはかってみて、同じだったらシールをはりました。そうしたら「ピッタリになるんだ！」とわかりました。

このようなノート記録から、子どもは自分たちで調べたデータの信頼性も十分に感じていると言える。また、「科学」を成立させる「実証性」「再現性」「客観性」を検討する手続きの重要性についても理解していると言える。

以上のことから、本実践では、「ぴったり止めましょう」という、子どもに「エネルギーの定量的な変化」という視点を持たせる活動をきっかけにして、子どもが「ゴムのエネルギーは定量的に変化する」というエネルギーについての見方や考え方ができるようになったと言える。

4. まとめ

小学校の理科授業で子どもの視点を変えることは、目標達成のためにはなくてはならないということが、3 年生と 6 年生の 2 つの授業実践を通して明らかになった。なぜなら、子どもの視点を変えることで、子どもにとって問題解決が主体的なものになり、理解が実感を持ったものになり、さらには、自然の事物・現象についての見方や考え方が科学的なものに変容する

からである。これらは、まさしく小学校理科の目標が達成された授業そのものである。

ここで重要なことは、その視点の变える方向である。子どもが好き勝手に視点を変えるような授業は授業とは言えない。指導者が学習指導要領の目標や内容、教材分析、学習前の子どもの視点の分析を十分に、かつ適切に行った上で、変える方向を決定する必要がある。このようにして決められた視点の方向は、必ず子どもにとって価値あるものになり、子どもの学力向上につながるものになる。

今述べた、学習指導要領の目標や内容を基にした教材分析や児童理解は、指導者が授業前に行う、ごく当たり前のことである。いわば、この当たり前が授業をつくり、実践する際の本質である。

人間教育研究協議会の基本方針（5）（6）（7）（8）は「授業づくり」について述べられている⁽⁴⁾。その内容は、授業づくりの本質を具体的にわかりやすく示されたものとなっている。

例えば、基本方針（5）には「一人ひとりの持つ実感と本音を揺さぶり、新たな体験でその深化・拡大を図る」という文言が出てくる。これは、本論でいうと、授業の中で「子どもの視点を変える」きっかけを作ることに当てはまるであろう。

このことから、理科の授業を通して「子どもの視点を変える」ことは「人間教育」としての具体的授業提案であると言える。

しかし、一方で課題も多いのが現状である。子どもの視点を変える向きが今回の授業実践で紹介した向きで正しかったのか、また子どもの視点を変える際に行った、指導者の具体的な手立ては正しかったのかについては、まだまだ検討する余地は残っている。

また、今回の実践では「エネルギー」「粒子」という A 領域のみでの実践である。「生命」「地球」の B 領域での実践、他学年あるいは他の単元での実践を通して、小学校理科の内容全体を通して、「子どもの視点を変える」ことの効果を具体的に示さなければならないと考える。

【引用文献】

- (1) 宮崎清孝・上野直樹共著『視点』（新装版）
東京大学出版会 2008 年 p98
- (2) 森一夫著『自己実現を図る理科学習』
初教ブックス 1988 年 p79
科学的な見方・考え方と一口で言うが、『見方』
はどちらかと言えば自然観にあたるし、『考え方』
は科学的思考に対応するだろう。
- (3) 文部科学省『小学校学習指導要領解説理科編』
大日本図書 2008 年 p10
科学が、それ以外の文化と区別される基本的な
条件としては、実証性、再現性、客観性などが考
えられる。「科学的」ということは、これらの条
件を検討する手続きを重視するという側面からと
らえることができる。
- (4) 人間教育研究協議会ホームページ
<http://www.e-ningen.net>

【参考文献】

- 大阪教育大学附属天王寺小学校
『研究紀要 創造性を育成する授業』
『研究紀要 創造性を育成する授業Ⅱ』
2011 年，2012 年
- 佐伯胖著『わかり方の根源』小学館 1984 年
- 庄司他人男著『人間形成をめざす授業のメカニズム』
黎明書房 1990 年
- 堀哲夫・西岡加名恵著『授業と評価をデザインする理科』
日本標準 2010 年
- 森一夫著『最新の理科教育』学文社 1993 年
- 森本信也編著『考え・表現する子どもを育む理科授業』
東洋館出版社 2007 年
- 森本信也・横浜国立大学理科教育研究会編著
『子どもの科学的リテラシー形成をめざした
生活科・理科授業の開発』東洋館出版社 2009 年